

PENGARUH KEDALAMAN PADA UJI MODEL SKALA KECIL KOLOM PASIR SEBAGAI DRAINASE VERTIKAL SATU ARAH

*Depth Influence on Small Scale Model Test of Sand Column as One-
way Vertical Drain*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun oleh :

BAGGUS PRASTYO

I 0113023

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH KEDALAMAN PADA UJI MODEL SKALA KECIL KOLOM PASIR SEBAGAI DRAINASE VERTIKAL SATU ARAH

*Depth Influence on Small Scale Model Test of Sand Column as One-
way Vertical Drain*

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun oleh:

BAGGUS PRASTYO
NIM I 0113023

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan tim penguji skripsi
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret


Persetujuan dosen pembimbing

Dosen Pembimbing I


Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T

NIP. 19690717 199702 1 001

Dosen Pembimbing II


R. Harya Dananjaya H.I S.T., M.Eng

NIP. 19850917 201404 1 001

PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH KEDALAMAN PADA UJI MODEL SKALA KECIL KOLOM PASIR SEBAGAI DRAINASE VERTIKAL SATU ARAH

*Depth Influence on Small Scale Model Test of Sand Column as One-
way Vertical Drain*

Disusun oleh:

BAGGUS PRASTYO
NIM 10113023

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik
Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada :

Pada hari : Selasa

Tanggal : 22 Agustus 2017

Tim Penguji

Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T.
NIP. 19690717 199702 1 001

R. Harya Dananjaya H.I S.T., M.Eng
NIP. 19850917 201404 1 001

Ir. Noegroho Djarwanti, M.T.
NIP. 19561112 198403 2 007

Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T.
NIP. 19690903 199702 2 001



Disahkan,

Tanggal : 07 SEP 2017

Kepala Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS



Wibowo, S.T., DEA.
NIP. 19681007 199502 1 001

PERSEMBAHAN

- Untuk ibunda Marwangi, ayahanda almarhum Sarwono, saudara Puput Marseno, dan saudari Septiana yang selalu memberikan motivasi serta doa dan dukungan tanpa henti.
- Untuk segenap keluarga besar KBK Geoteknik dan Laboratorium Mekanika Tanah yang telah menjadi keluarga kedua dan memberikan dukungan terbaik.
- Untuk tim drainase vertikal dan rekan-rekan skripsi yang senantiasa dapat bekerjasama dengan baik.
- Untuk sahabat-sahabat seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2013 yang telah menjalani kebersamaan selama 4 tahun. Sukses selalu untuk kita semua.

MOTTO

من جد و جد

*“Barangsiapa yang bersungguh-sungguh, maka ia akan
mendapatkan”*

“Whoever strives, shall succeed”

ABSTRAK

Baggus Prastyo, 2017. Pengaruh Kedalaman pada Uji Model Skala Kecil Kolom Pasir sebagai Drainase Vertikal Satu Arah. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pembangunan konstruksi suatu struktur harus mempertimbangkan sifat-sifat tanah sebelum mendirikan bangunan tersebut, dikarenakan tidak semua jenis tanah memiliki sifat yang baik. Permasalahan konstruksi suatu struktur akibat tanah lunak terjadi pada tanah timbunan atau *embankment*. Penelitian ditujukan untuk melihat perilaku penambahan kolom pasir atau *sand column* sebagai drainase vertikal atau *vertical drain* pada lunak yang dilihat dari besar penurunan per hari dan penurunan secara akumulatif dalam durasi 3 minggu atau 21 hari dengan kolom kelompok rasio kedalaman 5/6, 1/2, dan tanpa drainase vertikal. Pengujian dilakukan dengan pemberian beban sebesar 40 kg pada tanah tanpa drainase vertikal, dengan drainase vertikal kelompok dengan rasio 5/6, serta dengan drainase vertikal kelompok rasio kedalaman 1/2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa drainase vertikal kolom pasir rasio kedalaman 5/6 mengakibatkan penurunan tanah lebih besar dibanding drainase vertikal kolom pasir rasio kedalaman 1/2 sebesar 19,78%. Pengujian konsolidasi menunjukan bahwa sampel drainase vertikal kolom pasir rasio kedalaman 5/6 memiliki nilai C_v sebesar 0,14 cm²/detik dan C_c sebesar 0,42 sedangkan drainase vertikal kolom pasir rasio kedalaman 1/2 memiliki nilai C_v sebesar 0,16 cm²/detik dan C_c sebesar 0,40. Penambahan drainase vertikal dapat mempercepat penurunan atau *settlement* pada timbunan tanah lunak, dan menambah kedalaman drainase vertikal meningkatkan kecepatan penurunan.

Kata kunci : tanah lunak, penurunan, drainase vertikal, kolom pasir.

ABSTRACT

Baggus Prastyo, 2017. Depth Influence on Small Scale Model Test of Sand Column as One-way Vertical Drain. Undergraduate Thesis. Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Soil properties should be considered before structure constructions, because not all of soil type is appropriate to be used. The problem of structure is occurred caused by its embankment of soft soil. The aim of this research is to find out the behaviour of soft soil which is applicated with sand column as vertical drain. It could be seen from the settlement which occurs after axial loads are applied on soft soil with and without vertical drain. Research done by giving 40 kg axial loads on soft soil without any sand column vertical drain, with 5/6 deep ratio sand column vertical drains, and 1/2 deep ratio sand column vertical drains. Results show that 5/6 deep ratio sand column vertical drains give 19,78% faster settlement than 1/2 deep ratio sand column vertical drains. Consolidation test show that sample of 5/6 deep ratio sand column vertical drains C_v value is 0,14 cm²/second and C_c value is 0,42 while sample of 1/2 deep ratio sand column vertical drains C_v value is 0,16 cm²/second and C_c value is 0,40. Thus, sand column vertical drain application could increase settlement's speed.

Keywords : *soft soil, settlement, vertical drain, sand column*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat hidayah dan karunia yang tidak ternilai yang telah diberikan sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi/tugas akhir dengan judul ***“Pengaruh Kedalaman pada Uji Model Skala Kecil Kolom Pasir sebagai Drainase Vertikal Satu Arah”***. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Universitas Sebelas Maret.

Penulisan Skripsi/Tugas Akhir ini dapat berjalan baik tidak lepas dari bimbingan, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Wibowo, S.T, DEA selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
2. Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing penulis dengan baik dari awal hingga akhir proses pengerjaan tugas akhir ini.
3. R. Harya Dananjaya H.I S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing penulis dengan baik dari awal hingga akhir proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Edy Purwanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik atas segala arahan, bimbingan serta dukungannya.
5. Yusep Muslih Purwana, S.T., M.T., Ph.D selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah beserta jajaran pengelola laboratorium yang telah memfasilitasi penelitian penulis dengan sangat baik.
6. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan moral maupun material serta spriritual.
7. Teman-teman tim perkuatan tanah dasar lunak yang telah bekerja sama dengan sangat baik dalam penelitian kali ini.
8. Teman-teman S-1 Teknik Sipil angkatan 2013 terima kasih atas dukungan dan kerjasama yang kompak.

9. Semua pihak yang telah banyak memberi sumbangan pikiran dan bantuan selama penelitian hingga penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih ada kekurangan, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi semua pihak.

Surakarta, Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERSEMBAHAN	iv
MOTTO.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB 2 LANDASAN TEORI	 4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Tanah lunak	6
2.2.2 Konsolidasi (<i>consolidation</i>).....	7
2.2.3 Aplikasi drainase vertikal (<i>vertical drain</i>).....	9

2.2.4. Perhitungan desain drainase vertikal (<i>vertical drain</i>)	11
BAB 3 METODE PENELITIAN	13
3.1 Uraian Umum.....	13
3.2 Alat Dan Bahan	14
3.2.1 Alat	14
3.2.2 Bahan.....	20
3.3 Tahap Penelitian.....	22
3.3.1 Tahap persiapan pengujian	22
3.3.2 Tahap penelitian utama	26
3.4 Hipotesa Yang Diharapkan	29
3.5 Alur Penelitian	30
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Penelitian Pendahuluan.....	31
4.2 Hasil Penelitian Utama.....	31
4.2.1 Penurunan permukaan tanah.....	31
4.2.2 Perubahan kadar air	34
4.2.3 Perubahan hambatan listrik pada pasir.....	40
4.2.4 Pengujian konsolidasi.....	43
4.2.5 Perbandingan hasil pengamatan dengan analisa teori Terzaghi	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Grafik Hubungan antara nilai C_v terhadap variasi jarak pengambilan sampel dari kolom pasir sejauh 50 cm, 33,33 cm, dan 16,67 cm (Listyawan dkk, 2015)	5
Gambar 2. 2	Tegangan tanah akibat beban merata berbentuk lingkaran (Boussinesq)	9
Gambar 2. 3	Dua kondisi tanah lunak yang mengalami konsolidasi (Hardiyatmo, 1992) (a) Tanpa drainase vertikal, (b) Dengan drainase vertikal	10
Gambar 2. 4	Pola pemasangan drainase vertikal. (Hardiyatmo, 2015)	12
Gambar 3. 1	Drum besi.....	14
Gambar 3. 2	Denah lubang kolom pasir	14
Gambar 3. 3	Sketsa potongan A-A alat model 3 dimensi	15
Gambar 3. 4	Sketsa potongan A-A alat model 3 dimensi	16
Gambar 3. 5	Sketsa penempatan pelat baja pada drum pengujian	17
Gambar 3. 6	Pelat baja.....	17
Gambar 3. 7	Jangka sorong	18
Gambar 3. 8	<i>Waterpass</i>	18
Gambar 3. 9	Beban	19
Gambar 3.10	AVO Meter (<i>Multitester</i>).....	19
Gambar 3.11	Balok kayu	20
Gambar 3.12	Tanah yang digunakan.....	20
Gambar 3.13	Air	21
Gambar 3.14	Pasir	21
Gambar 3.15	Sketsa model drainase vertikal kolom pasir (<i>Sand Column Vertical Drain</i>)	22
Gambar 3.16	Memasukkan Tanah ke dalam drum uji.....	23
Gambar 3.17	Melubangi tanah dengan pipa <i>stainless steel</i>	24
Gambar 3.18	Memasukan pasir kedalam lubang.....	24
Gambar 3.19	Menambahkan lapisan pasir	25
Gambar 3.20	Meletakkan plat baja pada permukaan pasir.....	25

Gambar 3.21 Meletakkan beban pada plat baja.....	25
Gambar 3.22 Denah lubang pada tanah.....	26
Gambar 3.23 Pemasangan sand column vertical drain dengan 3 titik pengukuran penurunan, 3 titik pengukuran hambatan pasir, dan 3 titik pengukuran kadar air tanah lempung.	27
Gambar 3.24 Pengukuran penurunan dengan jangka sorong	28
Gambar 3.25 Pengukuran hambatan pasir menggunakan AVO meter.....	28
Gambar 3.26 Pengambilan sampel tanah dan pasir	29
Gambar 3.27 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 4.1 Penurunan tanah lunak pada pemodelan tanpa drainase vertikal	32
Gambar 4.2 Perubahan kadar air lapisan pasir permukaan pada ketiga model	36
Gambar 4.3 Perubahan kadar air tanah pada ketiga model	38
Gambar 4.4 Hubungan antara kadar air pasir dan kadar air tanah dari tiap model	39
Gambar 4.5 Perubahan nilai hambatan listrik lapisan pasir pada ketiga pemodelan.....	41
Gambar 4.6 Hubungan penurunan tanah dan penurunan hambatan listrik...	43
Gambar 4.7 Perbandingan penurunan antara hasil pengamatan dengan analisis hitungan pada tiap model.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah lempung berdasarkan kuat geser tekan bebas (Peck dkk, 1953).....	6
Tabel 2.2 Klasifikasi tanah lempung berdasarkan kadar air (Braja, 1985) ...	7
Tabel 2.3 Tipe drainase vertikal dan cara pemasangan (Hardiyatmo, 2015) 7	
Tabel 4.1 Rekapitulasi pengujian pendahuluan tanah lunak	31
Tabel 4.2 Kadar air lapisan pasir permukaan setiap model.....	34
Tabel 4.3 Kadar air tanah model tanpa drainase vertikal	37
Tabel 4.4 Nilai hambatan listrik pasir pada model tanpa drainase vertikal...	40
Tabel 4.5 Nilai C_v tiap model	44
Tabel 4.6 Nilai C_c tiap model.....	44
Tabel 4.7 Penurunan tiap model dengan pengamatan dan analisa hitungan .	45

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

T_v	= <i>time factor</i>
t_i	= waktu terjadinya konsolidasi (detik)
C_v	= koefisien konsolidasi (cm ² /detik)
H	= tebal tanah (cm)
p'_1	= tekanan efektif pada tanah compressible awal pengujian (kg/cm ²)
p'_2	= tekanan efektif pada tanah compressible akhir pengujian (kg/cm ²)
e_1	= besarnya angka pori pada tegangan p'_1
e_2	= besarnya angka pori pada tegangan p'_2
S_p	= penurunan primer (m)
H	= tinggi lapisan terkonsolidasi (m)
C_c	= koefisien kompresi
e_0	= besarnya angka pori awal pengujian
σ_0	= tegangan awal tanah (kg/m ²)
$\Delta\sigma$	= tegangan tambahan pada tanah (kg/m ²)
σ_z	= tambahan tegangan (kPa)
q_0	= besar beban merata (kPa)
r	= jari – jari penampang beban (m)
z	= kedalaman titik tambahan tegangan (m)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Data Hasil Penelitian Awal Laboratorium
Lampiran B	Data Hasil Penelitian Utama
Lampiran C	Dokumentasi Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, T. C., 2004, *Uji Laboratorium Pemanfaatan Serabut Kelapa dan Ijuk Sebagai Bahan Drainase Vertikal Tanpa Filter*, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Das, B. M., 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip–Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Erlangga, Jakarta
- Fatturahman, M. R., 2016, *Pengaruh Penambahan Kolom Pasir (Sand Column) sebagai Perkuatan terhadap Nilai Lendutan pada Tanah Dasar (Subgrade)*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.
- Hamida, H., Satibi, S., dan Muhandi, 2014, *Pengaruh Spasi Pada Performa Prefabricated Vertical Drain (PVD) Dalam Perbaikan Tanah Lunak*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Riau .
- Hardiyatmo, H. C., 2015. *Geosintetik Untuk Rekayasa Jalan Raya: Perancangan Dan Aplikasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Joleha, 2001, *Analisa Drainase Vertikal Untuk Mempercepat konsolidasi Pada Tanah Lunak* , Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau .
- Listyawan, A. B., Wiqoyah Q., Renaningsih, dan Satriyana, M. R. W., 2015, *Pengaruh Kolom Pasir Terhadap Konsolidasi Tanah Lempung Lunak*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Peck, R. B., dan Terzaghi, K., 1967, *Soil Mechanics in Engineering Practice*, Wiley, New York
- Sandhyavitri, Wibisono, G., Juniati, S., dan Rioputra, M., D., 2008. *Analisa Perbaikan Sub-Grade Runway Lapangan Terbang Dengan Metode Vertical Drain (Studi Kasus Bandara Tempuling Di Tembilahan, Propinsi Riau)*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau .
- Sudarto, 2013, *Perbaikan Tanah Lunak Dengan Vertical Sand Drain Method Untuk Badan Jalan*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Soerjo Ngawi .
- Suroso, Harimurti, dan Harsono, M., 2008, *Alternatif Perkuatan Tanah Lempung Lunak (Soft Clay), Menggunakan Cerucuk Dengan Variasi Panjang Dan Diameter Cerucuk*. Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
- Zaika, Y. & Kombino, B. A., 2010, *Penggunaan Geotextil Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.